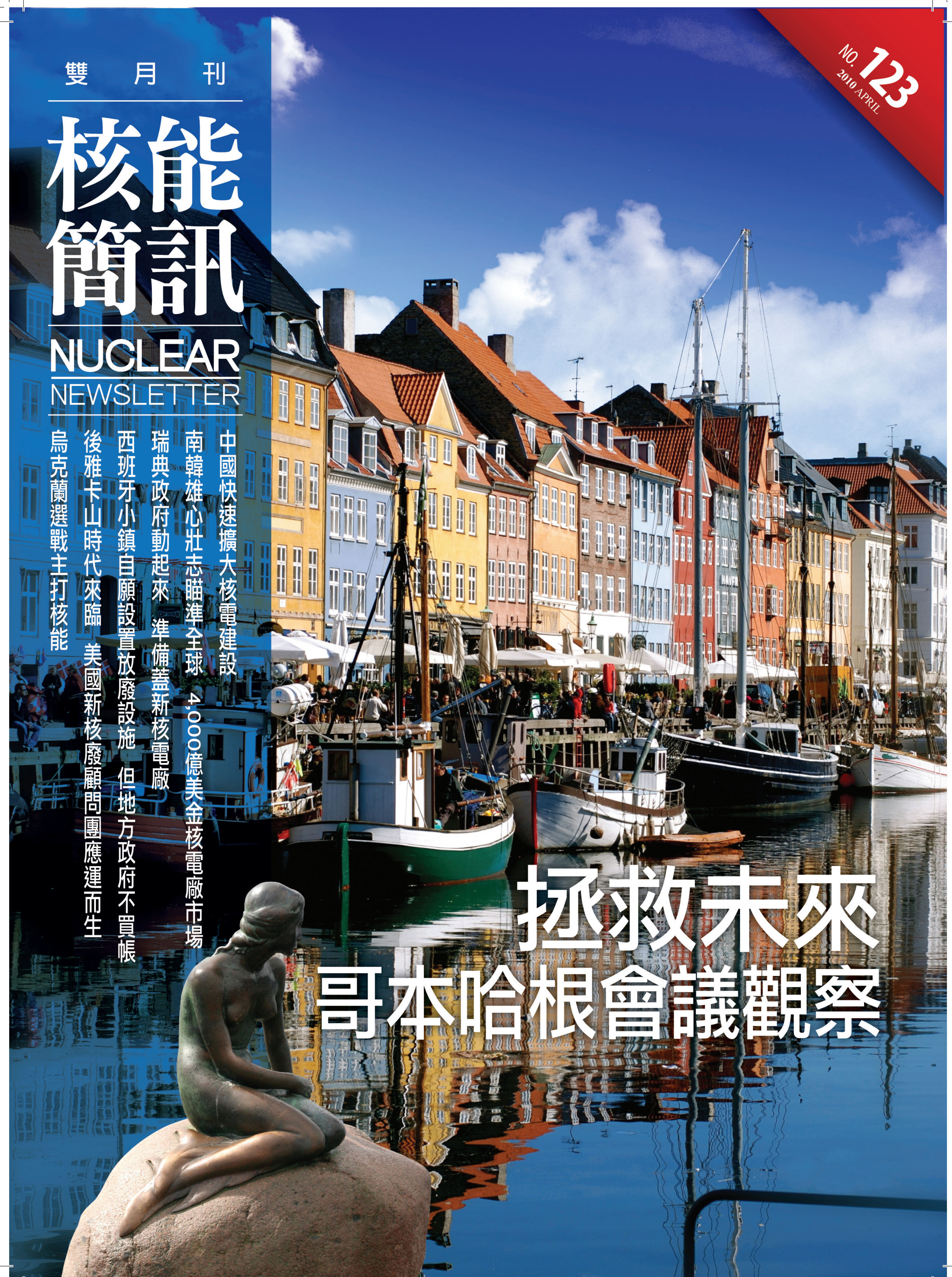

雙 月 刊
核能簡訊
NUCLEAR NEWSLETTER
NO. 123
2010 APRIL
中國快速擴大核電建設
南韓雄心壯志瞄準全球 4,000億美金核電廠市場
瑞典政府動起來 準備蓋新核電廠
西班牙小鎮自願設置放廢設施 但地方政府不買帳
後雅卡山時代來臨 美國新核廢顧問團應運而生
烏克蘭選戰主打核能
拯救未來
哥本哈根會議觀察

核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.123 雙月刊
April 中華民國九十九年4月號

封面圖片：丹麥 哥本哈根—新港



出版單位：中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心
地　　址：新竹市光復路二段一Ｏ一號研發大樓208室
電　　話：（03）571-1808
傳　　真：（03）572-5461
網　　址：http://www.nicenter.org.tw
E-mail：nicenter@nicenter.org.tw
發 行 人：朱鐵吉
編輯委員：李四海、徐懷瓊、梁鐵民、黃文盛、劉仁賢、潘欽、蔡顯修、謝牧謙、顏上惠（依筆畫順序）
主　　編：朱鐵吉
顧　　問：喻冀平
文　　編：鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉
執　　編：卓姵吟
設計排版：長榮國際　文化事業本部
地　　址：台北市民生東路二段166號6樓
電　　話：02-2500-1172
製版印刷：長榮國際股份有限公司　印刷廠

## 編者的話

前些日子，出現一部爭議頗大的紀錄片--正負2度C。或許片中取得的統計數據與資料並不完全正確，但整體訴求就是要告訴國人，該正視我們的環境、捍衛地球以保衛我們及後代子孫的生存權利。地球暖化造成全球氣候異常是不容辯駁的；台灣、大陸、土耳其暴雨，非洲乾旱，大陸重慶的徹夜雷電，美、澳森林大火…等等，都是大地無法容忍的反撲與警告，在還來得及補救的時候，就該盡一切我們所能的挽回和復原。

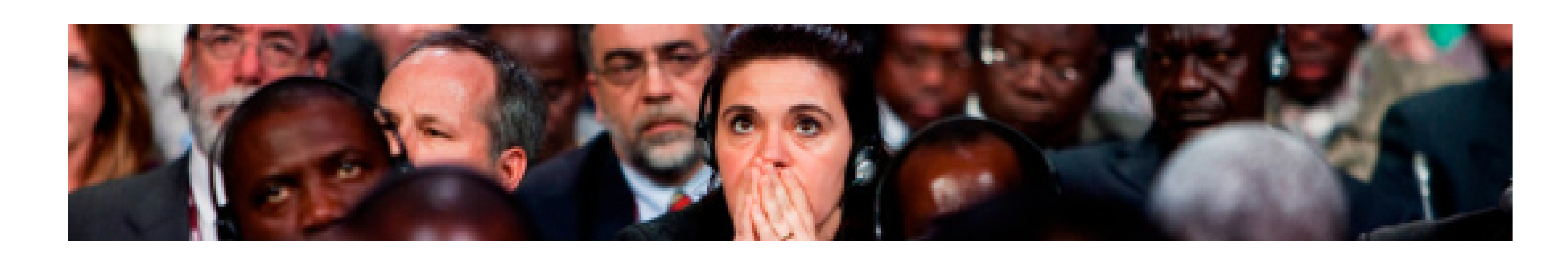
京都議定書提出了想法與作為，但各國為其短視的國家利益而相互計較誰該為暖化負責，誰又與暖化無關；殊不知今日保住國家短期的利益，當地球再也承受不住人類折騰之時，再多的利益也無用武之地。2009年6月，G8和許多開發中國家已經同意應該讓上升氣溫維持在攝氏兩度以內，因此哥本哈根會議的重要功能就是要達成這個碳排放量限制的目標。2009年12月7日，全球192個國家代表齊聚丹麥哥本哈根，希望能重新建立有關氣候變遷的全球協定。雖然美國表示，2020年減量目標將較2005年碳排放量減少約17%。歐盟提出的目標為20%，並表示若其他國家願意提高減量程度，他們可將目標提高為30%。會議在延長將近一天後落幕，而這個萬眾矚目與期待的大會卻只以附註(take note of)的方式通過。原本應該在哥本哈根通過的新氣候議定書草案，必須要延到今年在墨西哥舉行的氣候公約締約國大會時(COP16/CMP6)，才有機會轉化為國際條約。世界自然基金會(WWF)發布聲明指出，哥本哈根會議「離全盤失敗只幾寸之遙」。

近幾年來，中國大陸的核電建設急起直追；雖然落後各核能大國多年，但它在各國尚未覺醒核能發電對環境發展的助益而復甦前，即已著手布局增加核能電廠的興建，也積極自行開發反應器。為因應經濟活動日益活絡，電力需求也大幅上升；在中國政府新增的「核能發電中長期發展計畫」中，2020年中國電力需求約14-15億瓩時，核能發電裝置容量至少需達到7,000-7,500萬瓩，核能發電占總發電量的百分比將提升至5%。至2010年1月底，共有21個機組在興建中，與其他國家核電廠建設相比是第一位，本期「熱門話題」將有深入報導。

拯救未來

# 哥本哈根會議觀察（上）

文．洪煥仁



## 前言

「節能減碳」，最近常聽到的一個口號，因為報紙電視新聞有時會出現一下子。我想生活在台灣的一般人會覺得不過又是個政令宣導，或是當令的活動，過沒多久就會消失了吧！

這樣的看法是對的，也是不對。本來這個社會就是喜歡熱鬧新鮮，一個新的東西或活動出來，總是在媒體的帶領下，沸騰一陣子；過些時候另一件事情出來，大家又將注意力轉向了。所以每天耳目接受刺激的結果，不免感覺「說得多，做得少」；許多重要的事情，往往只見曇花一現的報導，能默默堅持追蹤，滴水穿石，直到事情做好的，實在是少見。結果社會風氣如此，每個人生活也變得如此，熱鬧一陣就算了。認真踏實，持續貫徹，也不被視為是多麼了不起的價值。

可是節能減碳這件事，嗯，借用經濟術語，可不能任由淺碟式的社會風氣糟蹋掉。它是一種流行，卻不像一般流行那種只具備可有可無的價值。我們的未來，後代子孫的生存，都和這個活動息息相關！所以，除非不了解，如果知道它的重要，說得嚴重點，這輩子可能都要和它糾纏不清。那麼就先談談為何非做這件事不可吧！

記得去年莫拉克風災吧？那麼短的時間從天上傾倒破紀錄的雨水下來，這可不是偶發事件。2008年初中國大陸雪災，2005年美國卡翠那風災，近幾年非洲嚴重的旱災飢荒，這些背後都有一個共同的原因：全球的天氣系統已經不穩定，而且朝著極端、使生存更艱難的方向改變。科學的統計數字顯示：氣候的變遷與地球大氣平均溫度上升，我們稱全球暖化的現象有關，造成暖化主要原因就是因為人類的活動，使得大氣中阻擋散熱的氣體濃度增加所致，這類氣體因此被稱為溫室氣體（GHG, Green House Gas）[註一]；它們增加了大氣蓄熱作用，其中以二氧化碳為最主要成份，由於其他成份皆可換算成相對數量的二氧化碳，所以將我們熟知的二氧

化碳作為溫室氣體的代稱；所謂減碳，也就是減少釋入大氣的二氧化碳。節能與減碳，除了節省資源的目的，二者都是為了降低排入大氣中二氧化碳的數量。

簡單來說，節省電力的使用就是節能，像調高冷氣機啟動溫度（設定在26-28℃，並搭配電風扇使用）、爬樓梯取代坐電梯等，都能減少電力需求，也就間接減少需要燃燒化石燃料（石油、煤、天然氣）所產生的電力，而燃燒化石燃料正是二氧化碳最大來源之一。至於減碳的活動，譬如以公共交通工具代替開車，少吃肉類等，前者減少汽油燃燒，後者減少畜產動物養殖過程消耗的植物與排泄時釋出的氣體，都能抑制大氣中二氧化碳與其他溫室氣體濃度增加的趨勢。如果想做什麼有利全人類，甚至後代的事情，我想節能減碳，絕對是每個人都可以做，而且是最容易也最有效的方式。

既然氣候變遷的危機與二氧化碳關係那麼深，但總不能為了減緩暖化，而停止所有會造成排放的活動吧？那簡直是就是趕我們回去過遠古的生活。大家也許不知道：我們的生活，已經與碳排放緊密相關，幾乎到了沒有碳排放，就不知怎麼活下去的地步。食、衣、住、行，每一樣活動都直接或間接產生二氧化碳。工業革命之後，人類生活的舒適性與便利性大增，原因就是能大量取出藏在地底的碳加以消耗，供人類所需的技術突飛猛進的緣故。所以比起工業革命之前，短短兩百多年來二氧化碳濃度快速上升，已超過原來的135%；別以為沒有多少，這已足以讓大氣之下的氣候系統整個改變。



▲ 傑芬安噴泉(Photo: Anne Jorgensen)

其實以人類活動所排放的二氧化碳總量換算，濃度增加應遠遠超過此數，只是非常幸運的，大自然有一個默默運作的碳循環，將大氣中的二氧化碳捕捉並且封存起來，執行這個偉大任務的，就是地表的森林與所有包括海洋中行光合作用的植物；它們每天將二氧化碳轉化為生長所需，擔任大氣的清道夫，拼命吸收人類排放的二氧化碳，試圖維持億萬年來生態的平衡，若不是還有它們把碳從大氣中捉下來（這有個專有名詞叫碳匯Carbon Sink），地球早已無法居住。雖然如此，只可惜速度仍不及人類將大自然經過數億年收藏在地下的碳拋入大氣的速度，再加上地表森林大量被砍伐，早已破壞了維繫生態平衡所需的條件，氣候變遷已難避免。所以這樣下去，只有「慘」字形容人類的未來一我們會非常慘！

到底有多嚴重？風災、水災、火災、旱災；土地流失、耕地鹽化、綠地沙漠化；水資源耗乏、糧食短缺、熱帶疾病擴散，這些毀滅生命的災禍將朝我們迅速奔來。比較迫切的是極地冰原與高山冰河正加速溶解，海平面上升，未來數十年將使許多島嶼國家從世界消失！氣候變遷絕不是只有雨下大一點，風刮強一點而已，它的影響是全面的，




▲ 象徵丹麥的「美人魚」

▲ 露天廣場是步行街的心臟（Photo: Cecs van Roeden）

造成的後果更是不可承受的；禍因只在人類自己。我們能做的就是亡羊補牢，減緩走向滅亡的速度，所以能說進行節能減碳的活動只是趕流行嗎？

然而，對於這個進行中卻不能面對的真相，如果只是以推動節能減碳活動來因應還是不夠，那也不過是最低的要求而已。發展與危及生存，看來是完全相反的兩件事，現在卻合而為一，因為至今，「發展」與「排碳」始終就是同義詞。各國之間，發展程度有差異、發展能力有差異、發展的憑藉也有差異；而對於氣候變遷造成的災害種類、承受能力、恢復能力也各不相同。如果各行其是，甚至把自己的享受，建立在別人的痛苦之上，而沒有國際間的通力合作，以及考量差異與公平性的聯合行動，恐怕對減緩氣候變遷的速度與結果的嚴重性不會有什麼作用。這是人類全體的事情，並不是各國自己關起門來就可以高枕無憂的。

所以想要拯救未來，必須做兩件事情，行動的方向十分清楚：一是這個問題必須全體參與溝通才能談到解決，需要藉助的是政治上的協商溝通；二是即使有心減少排放，還需要釜底抽薪，將發展與排碳脫鉤才行。因此政治協商與技術突破是解決氣候變遷危機的兩大支柱。前者需要以各國的合作為基礎，建立減少碳排放的共識，研擬公平可行的辦法。後者則需以先進的技術為後盾，將發展所需的傳統排碳活動轉移，例如影響最大的能源使用，從高碳（化石）能源



▲ 菲特烈堡宮的建築群座落在湖中。
(Photo: Ellen Thoby)

▲ 羅森堡宮是一個紅色宮堡，向上伸出許多尖頂建築物。
(Photo: John Sommer)

轉為低碳（再生）能源，以及發展碳捕捉（Carbon Capture）與碳封存（Carbon Sequestration）技術等。從實際行動看來，人類的確也已經多管齊下，致力於挽救改善。二者相較，政治協商部份要複雜而困難得多，本文將從最近進行的哥本哈根會議的觀察來看困難在哪裡。至於技術的突破，相對要來得簡單。因為科技具備中性、可複製、散布迅速的特性，所以當研判將來是否能成功降低發展與排碳的正相關時，可以說：如有存在的難題，那將不會是來自減碳技術的瓶頸，而是因為不願放棄對高碳的依賴與對現實利益的不捨，這實在是促成集體行動至今最難跨越的障礙！

本文將大略描述面對這個人類史無前例的危機，國際間正在進行的做法。雖說有政治協商與技術發展同時進行，但前者才是促成緩和危機，解決迫切問題的關鍵。加上最近一場重要協商—哥本哈根會議已在驚濤駭浪中落幕，我們可以觀察這場拯救未來的過程。至於技術發展這根支柱，我們也提出一些看法。

## 國際間的減碳努力

解決這個必須集體行動難題的責任，很自然地落在聯合國的肩上。針對這個問題，1988年由世界氣象組織（WMO, World Meteorological Organization）與聯合國環境規劃署（UNEP, United Nation Environment Program）共同成立了政府間氣候變遷專門委員會（IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change），宣示其主要任務是在全面、客觀、公開和透明的基礎上，評估與理解人為引起的氣候變遷、這種變遷的潛在影響，以及與適應和減緩方案有關的科技和社會經濟訊息。然而，任何人都看得出來，僅賴評估理解和蒐集訊息哪有什麼作用？若欲確實在減緩全球氣候變遷上獲得進展與成效，對減少二氧化碳的排放非得擬定對策與採取全面一致性的行動才行。大略必須從解決下列項目著手，包括了：

* 協調各國政府間在解決氣候變遷問題的努力，以免步調不一，方向各異，對整體無效。
* 需要各國訂定承諾，設立減排可衡量的目標和時間表。
* 建立金融機制，以資金協助需要進行因應氣候變遷而行動的開發中國家。
* 提出技術轉讓的機制，供減碳技術落後的國家學習運用。
* 分配不同層次的責任，以應付氣候變化的挑戰。
* 需要建立一個具有約束力的協議，以實現減少碳排放的目標。

從各項內容就可了解：要達到這些目標必須經過繁複而深入的溝通討論，尤其這是直接影響各國現階段個別利益，以換取未來共同利益的高難度議題；而且需要制定自我規範的約束機制，平衡發展與減碳的衝突，藉現實面供需條件交換，獲得共識才能加以實現的過程。確實如此，聯合國設置政府間溝通委員會（INC, Intergovernmental Negotiation Committee），為了解決上述項目進行溝通，希望產生對策與全面的行動。1992年在INC主導下提出了聯合國氣候變遷框架公約（UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change），並於1994年開始生效。藉由締約國會議（COP, Conference of Parties），不斷溝通這些內容，並將之具體化，希望形成有約束力的協議，至今最常被人提起的是1997年第3次締約國大會（COP 3）討論獲得的京都議定書（Kyoto Protocol），這是當時UNFCCC推動以來所取得的最大進展，我們稍微回顧一下。

京都議定書中，訂定了約束性的排放目標。它的規定是：所有簽署的所謂附件一國家（包含已開發國家、東歐、前蘇聯各共和國等37國），在2008年至2012年的期限



內，碳排放量必須降到比1990年當年的水準還低5.2%。但是對於開發中國家則不設限制，甚至設立機制給予資金補助以及技術支援。這當中存著重大爭議：例如許多數一數二的排碳大國都還列名開發中國家，如中國大陸與印度，可是卻不必負擔減少排放的責任，照樣大燒煤炭、石油換取能量，還能得到已開發國家的金錢技術，從碳交易中獲得利益，真是好處享盡，下一句留待想像吧。當時美國表達堅決反對的立場，後來就未簽署這份議定書。這樣看來，說京都議定書獨厚這些國家，是有幾分道理。

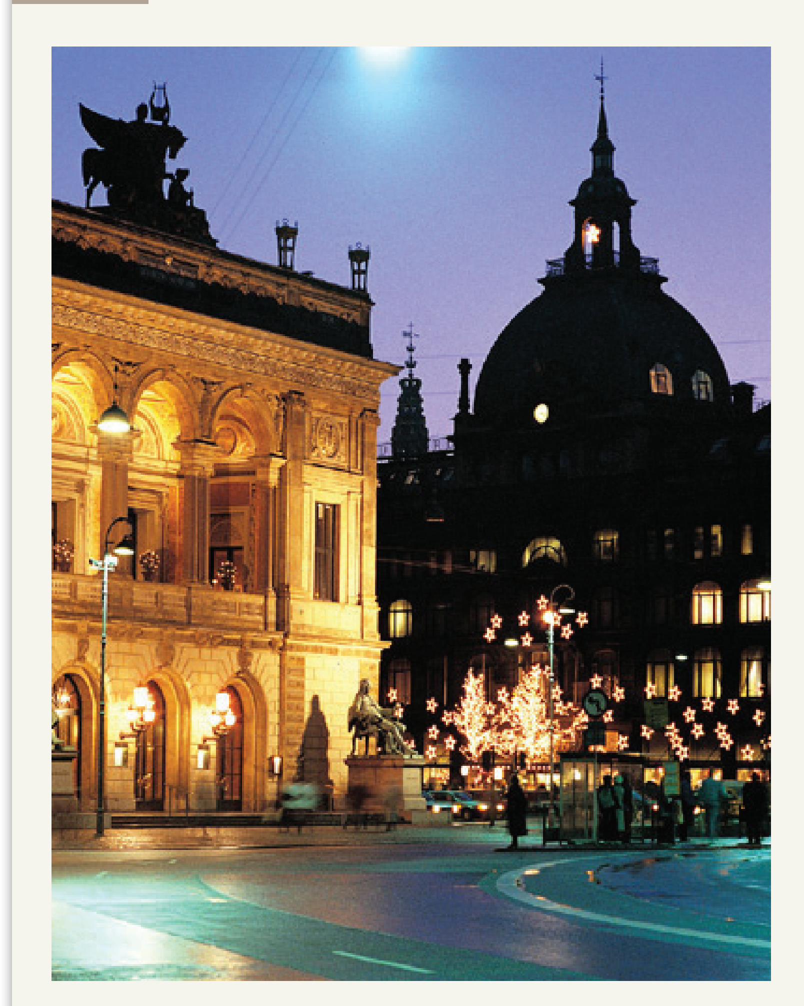
可是開發中國家的想法是：造成今天全球暖化的原因，罪魁禍首就是現在的已開發國家；當今大氣中過多的二氧化碳，都是已開發國家過去追求發展的過程中留下的餘毒，卻由其他各國一起承受後果，對此已開發國家當然要負起最大的責任，出錢出力給開發中國家也是應該的。已開發國家需提供減少碳排放的技術，但不應限制開發中國家的發展，特別是有些發展快速的國家，若賦予減碳責任，在發展條件不足的情況下，好像有意藉此打壓。它們的想法，也有相當根據。

雖然缺了美國的簽署，京都議定書還是於2005年生效。對於開發中國家，採取自訂目標的方式，缺乏約束力，也沒有公正客觀的檢驗標準。所擬定的碳交易機制，幾乎



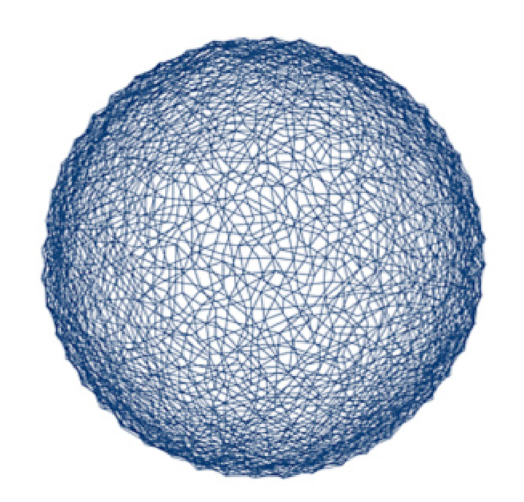
▲ 新港(Nyhavn)，是一條人工運河 (Photo:Morten Bjamhof)

淪為投資客炒作的商品，反而忽略背後真正希望的目的。而2008到2012年的減量目標，只有少數國家有機會達成，減量不足不說，加上沒有美國這個碳排放大國的參與，使京都議定書的成效遭受質疑，叫好不叫座，幾乎處於功敗垂成的地步。



▲ 哥本哈根最迷人的廣場非新國王廣場莫屬。(Photo: Dorte Krogh)

這樣看來，離整合各國的意見與付諸有效行動，還有一大段距離，可真是令人喪氣；氣候變遷造成的危機迫在眉睫，不僅令環保團體不安，全球已經處於一種焦慮狀態，尤其受天災影響的國家，以及低海拔的島國。可是基於各自利益，想從聯合國會議中獲得共識真的是高難度的藝術。很遺憾的是，這種會議也是目前唯一解決問題的平台，不管怎樣，還是得從這個起點往前推進。有了京都議定書的經驗，想當然下一次應該會獲得更好的結果。而且議定書涵蓋的時程也將屆滿，需要一個延續性的公約出現，順便修正京都議定書未周全的缺點。在這種期待的氣氛中，2009年12月在丹麥哥本哈根召開的締約國第15次會議（COP 15）成為矚目的焦點，因為這個會議中，將重新檢討現有的各項做法，設定新的目標，以京都議定書生效後的實施經驗為基礎，各國再做直接的溝通協調，希望在京都議定書到期之後，能有更有效更健全的機制，協助全體人類從未來的災難中解救出來。這個會議無比重要，並被高度期許，更是許多已被氣候變遷影響的貧窮國家視為生存下去的依靠！而所作的任何結論，均將影響日後所有的人類發展活動。在會議前夕，全球被一種莫名的興奮情緒包圍著……






## 哥本哈根會議（COP 15）

會議於2009年12月7日至19日舉行，比原來規劃的兩週多一天。一共有來自192個國家的代表出席，會議設計的象徵圖案，是由192條藍色絲線纏繞的球形物體，象徵192個國家共同保護的藍色星球。兩週多的時間從早到晚，有時還通宵達旦，看起來似乎時間很長，可是對規劃進行的一百多場會議而言，時程相當緊迫。

會議主軸分成六種類型進行：締約國大會、京都議定書締約國會議（CMP,COP serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol）特設工作小組會議（AWG, Ad Hoc Working Group）、附屬組織會議（Subsidiary Body Meeting）、各國與區域組織代表座談會、非政府組織座談會、場外活動等。

COP、CMP、AWG三種會議是最主要的溝通會議，幾乎全部締約國都參加，也是形成共識達成協議的主要平台。會議中討論增訂、修改、刪除UNFCCC締約的條文，各國代表均可發表意見，過程均十分冗長，前後分成好幾次會議。其他會議，參加的大多是媒體人員、組織成員或學生，各國代表通常是沒時間參加的。哥本哈根會議在最後還安排氣候高峰會，由締約國總理或總統出席，119位幾乎全部到齊，甚至包括伊朗總統阿瑪賈內德，委內瑞拉總統查維茲都到場發言。這些領導人負責最後階段拍板定案的溝通，為促成達成協議發揮臨門一腳的功能；至於場外私下的小規模協調溝通會議，就更不用說了。

有了京都會議的經驗，大家在準備上都下過功夫。也因為如此，各國參加會議的出發點，恐怕皆以私利為先（國家或區域利益），公益次之（降低排放以緩和氣候變遷）。這是無法避免的正常現象，所以才需要協調溝通，但聯合國會議本來就是政治力主導，而非以真誠理想為核心動力的特性，所以進行起來相當無效率，共識很難成型，即使共同面對氣候變遷，想法還是南轅北轍，這正是會議困難之處。這種情況下，我們看到了下列的衝突點：

### 限制的幅度

限制未來大氣溫度因為繼續增加的溫室氣體而上升的幅度。這是訂定減排數量的基礎，歐盟認為限制在比工業革命之前高2℃以內，G77開發中國家則認為需在1.5℃以內，否則非洲均溫升達3-6℃，乾旱的惡化將致命。

### 減碳責任

已開發國家認為開發中國家不能無所節制，應增加分擔；開發中國家認為已開發國家才應該負起主要責任，帶頭做好減碳。

## 經費與技術

開發中國家要求已開發國家應立即且充分地提供協助抗暖化的經費，以及各種減排與發展再生能源的技術；已開發國家要求經費與技術的提供不能無條件，開發中國家必須訂定承諾目標。

## 制度與規範

已開發國家希望在新的哥本哈根協議中，將開發中國家的排放目標納入規範，根據其減量成績，作為提供資金與技術根據。已開發國家反對以規範方式逼迫各國，而應依開發中各國國情與能力，以自訂目標自行管理方式減少碳排放。

## 京都議定書的續延

已開發國家希望放棄京都議定書，認為未要求開發中國家訂減碳目標已使減碳事倍功半。京都議定書到期後應以新的公約取代，將所有簽約國家以國際公約約束，減碳才有效果。開發中國家則堅持讓京都議定書延續，由造成暖化歷史共業的主要工業國家負起責任，不能限制開發中國家的發展需求，因為幾乎所有貧窮線以下的人都在這些國家中，限制更將造成立即的生存問題。

註一：

溫室氣體包括6種：二氧化碳（$CO_2$）；甲烷（$CH_4$）；氧化亞氮（$N_2O$）；氟氯碳化物（CFCs）；全氟碳化物（PFCs）；六氟化硫（$SF_6$）。對全球暖化的貢獻：二氧化碳55%；甲烷15%；氧化亞氮6%；氟氯碳化物24%。

下期待續…

（本文作者為原子能委員會派駐奧地利代表）




▲ 哥本哈根會議 大會現場

# 中國快速擴大核電建設

文．朱鐵吉

中國政府認為，過度依賴燃煤發電是一項脆弱的能源結構，加以全球暖化日益嚴重，因此對安全、清潔、可以穩定供給電力以及溫室氣體排放最少的核能發電寄予厚望。

## 興建中核電建設有21個機組，約2,300萬瓩

中國國家發展政策改革委員會於2007年公布「核能發電中長期發展計畫（2005-2020年）」，闡明中國核能發電開發的方向。「第11次5年計畫（2006-2010）」是「積極推進」，「第12次5年計畫（2011-2015）」是「加速發展」。

計畫內容重點為：1.積極推動興建核電廠；2. 自主化；3. 以「熱中子反應器－快滋生反應器－核熔合反應器，三個階段循序漸進的發展」；4. 百萬瓩級的PWR（壓水式反應器），實現自主設計、製造、興建和營運為目標；5. 競價方式以降低成本。此外，2020年為止核電廠裝置容量將擴大至7,000萬瓩，現在建設的裝置容量約2,300萬瓩。

目前，中國有11個核電機組已在營運，合計裝置容量為907萬8,000瓩，居世界第11位。2010年1月底有21個機組在興建中，共2,279萬瓩，與其他國家核電廠的建設相比是第一位。

中國電力企業聯合會表示，2008年核能發電總量為684億度，占全國總發電量約2%，燃煤發電總量為2兆7793億度，占全部的81%，其他天然氣與石油發電所占的比率，兩者相加比例非常少，其他為水力發電及再生能源，絕大部分的電力是以燃煤發電為主。

## 向上修正20年的開發目標

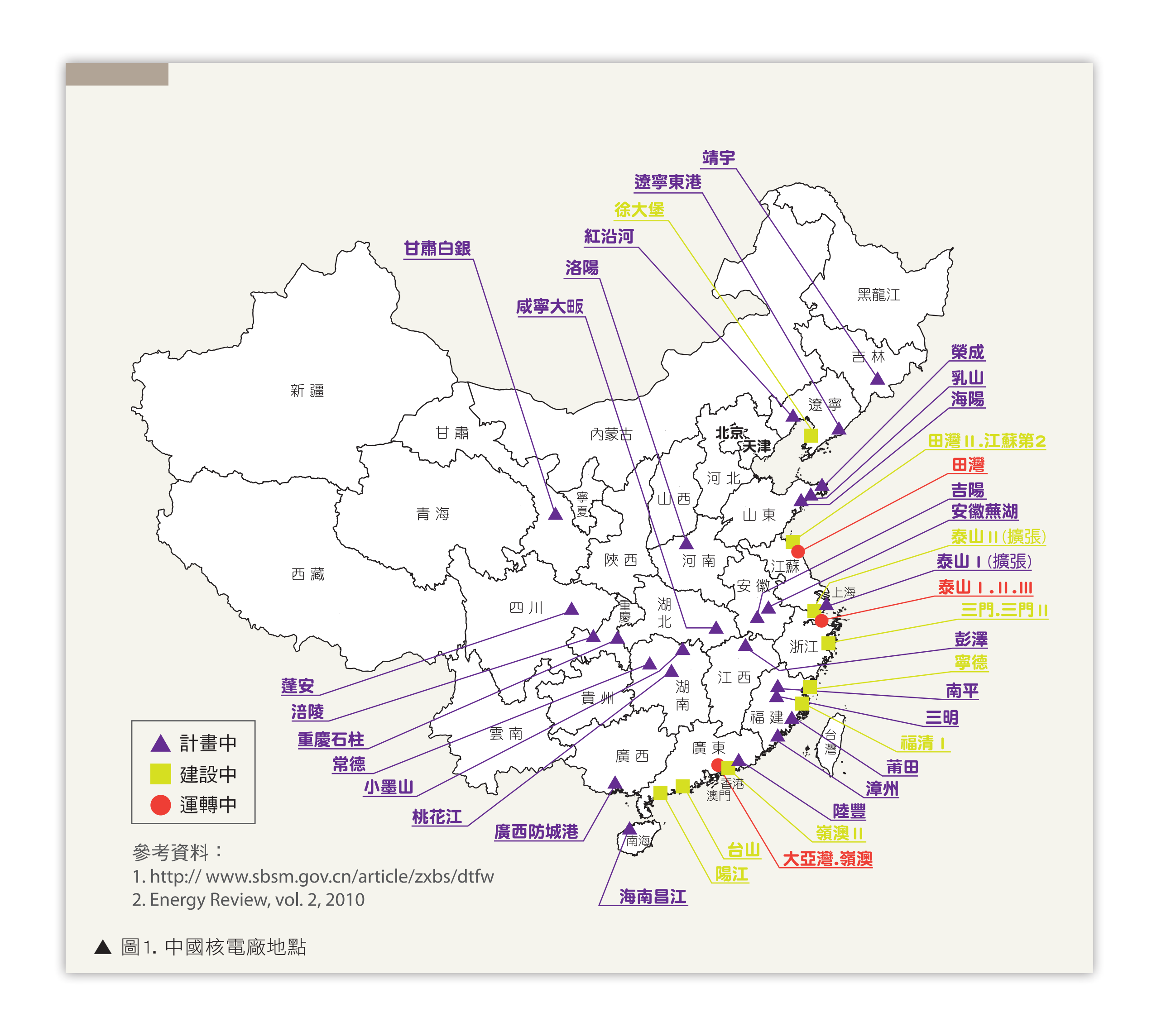
中國自2008年起加速開發核能發電計畫，首先2月福建省寧德1號機（PWR），108萬瓩開工，同年其他地區亦有6部機組正式開工。

邁入2009年其開發趨勢持續進行。3月遼寧省紅沿河3號機開工、4月19日美國西屋公司引進已開發的AP1000（PWR，125萬瓩），這種核電機組為世界的先鋒，在浙江省三門開工。之後，6月17日福建省福清2號機（PWR，100萬瓩）、7月17日秦山一期擴張2號機（位於方家山）、8月15日紅沿河4號機（PWR，108萬瓩）、三門1號機採用AP1000；9月24日山東海陽1號機（PWR，125萬瓩）均陸續開工（請參見圖1及表1）。

中國國家核安全局於2009年11月18日，核發廣東核電集團有限公司的台山1、2號機（PWR，175萬瓩）建設許可證後，1號機即在2009年12月22日開工。其核電廠是採用法國亞瑞華（AREVA）開發的EPR（歐洲壓水式反應器）。

## 表1. 中國運轉中及興建中的核電廠 （2009年11月）

| 電廠名 | 所在省分 | 反應器型 | 發電量（萬瓩） | 備註 | 投資公司 |
|---|---|---|---|---|---|
| **運轉中** | | | | | |
| 秦山（I期） | 浙江省 | PWR | 31×1機組 | 1985年3月完工、1994年開始運轉 | 中國核工業集團公司 |
| 秦山II期 -1<br>-2 | 浙江省 | PWR | 65×2機組 | 1996年6月完工、2002年4月開始運轉<br>1997年4月完工、2004年5月開始運轉 | 中國核工業集團公司 |
| 秦山III期 -1<br>-2 | 浙江省 | CANDU | 70×2機組 | 1998年6月完工、2002年12月開始運轉<br>1998年9月完工、2003年7月開始運轉 | 中國核工業集團公司 |
| 大亞灣 -1<br>-2 | 廣東省 | PWR | 98.4×2機組 | 1987年8月完工、1994年2月開始運轉<br>1988年4月完工、1994年5月開始運轉 | 廣東核電集團有限公司 |
| 嶺澳 -1<br>-2 | 廣東省 | PWR | 99×2機組 | 1997年5月開工、2002年5月開始運轉<br>1997年11月開工、2003年1月開始運轉 | 廣東核電集團有限公司 |
| 田灣 -1<br>-2 | 江蘇省 | PWR | 106×2機組 | 1999年10月開工、2007年5月開始運轉<br>2000年9月開工、2007年8月開始運轉 | 廣東核電集團有限公司 |
| 運轉中機組數小計 | | | 907.8萬瓩（11部機組） | | |
| **興建中** | | | | | |
| 嶺澳II期 -3<br>-4 | 廣東省 | PWR | 108×2機組 | CPR1000型反應器，2005年12月開工<br>預定2010年開始運轉，<br>2006年6月15日開工 | 廣東核電集團有限公司 |
| 秦山II期 -3<br>（擴張）-4 | 浙江省 | PWR | 65×2機組 | CNP600型反應器，2006年4月開工<br>預定2011年開始運轉 | 中國核工業集團公司 |
| 紅沿河I期 | 遼寧省 | PWR | 108×4機組 | CPR1000型反應器，1號機：2007年8月開工<br>2號機：2008年3月28日開工<br>3號機：2009年3月7日開工<br>4號機：2009年8月15日開工 | 中國電力投資集團公司<br>廣東核電集團有限公司 |
| 寧德I期 | 福建省 | PWR | 108×3機組 | CPR1000型反應器，1號機：2008年2月開工<br>2號機：2008年11月開工<br>3號機：2010年1月8日開工 | 廣東核電集團有限公司 |
| 福清I期 | 福建省 | PWR | 108×2機組 | CPR1000型反應器，<br>1號機：2008年11月21日開工<br>2號機：2009年6月17日開工 | 中國核工業集團公司（51%）<br>華電福建發電有限公司（39%）<br>福建投資開發總公司（10%） |
| 陽江I期 | 廣東省 | PWR | 108×2機組 | CPR1000型反應器，<br>1號機：2008年12月16日開工，<br>預定2013年開始運轉<br>2號機：2009年6月5日開工 | 廣東核電集團有限公司<br>廣東核電投資有限公司 |
| 秦山I期擴張（方家山） | 浙江省 | PWR | 100×2機組 | CPR1000型反應器，1號機：2008年12月26日開工，預定2013年開始運轉，2號機：2009年7月17日開工 | 中國核工業集團公司 |
| 三門I期 | 浙江省 | PWR | 125×2機組 | AP1000型反應器，1號機：2009年4月19日開工，預定2013年開始運轉<br>2號機：2009年12月15日開工 | 中國核工業集團公司 |
| 海陽I期 | 山東省 | PWR | 125×1機組 | AP1000型反應器，<br>1號機：2010年1月28日開工<br>2號機：2010年7月預定開工 | 中國電力投資集團公司 |
| 台山1期 | 廣東省 | PWR | 170×1機組 | EPR型反應器<br>1號機：2009年12月22日開工 | 廣東核電集團有限公司 |
| 興建中機組小計 | | | 2,279萬瓩（21部機組） | | |




參考資料：
1. http:// www.sbsm.gov.cn/article/zxbs/dtfw
2. Energy Review, vol. 2, 2010

▲ 圖1. 中國核電廠地點

目前中國已運轉及興建中的核電廠，地點均分布在沿海地區，內陸地區建設延遲的原因並不是地點取得不易，而是因為內陸地區標準化的設計尚未完成。國務院表示，內陸地區的核電廠建設採用的反應器以AP1000為原則。

2008年末，中國核工業集團公司宣告完成內陸建設的AP1000反應器整體設計。負責第三代反應器國產化的是國家核電技術公司， 2009年內已完成內陸地區，採用同型反應器的初期安全分析報告。內陸地區的湖北省（咸寧）、湖南省（桃花江）、江西省（彭澤）3個地點，已進行開工前的前期作業，預計2010年將著手進行內陸地區的核電廠建設。

中國電力的開發大幅上昇之後，政府再新增「核能發電中長期發展計畫」。國家能源局張國寶局長表示，核能發電占總發電量的裝置容量之目標是5%，至2020年全國電力需求總發電量達到14-15億瓩時，則核能發電裝置容量至少要7,000-7,500萬瓩。因此，最新的訊息得知，變更後的2020年核電

規劃，至2020年完成、可營運的核能發電裝置容量為7,000萬瓩，且屆時尚在興建中的核能發電裝置容量為3,000萬瓩。由於各種反應器輸出的電力的限制，因此，興建188座核能機組，合計裝置容量超過2億瓩的計畫也浮上枱面。

## 國產化的活力

中國國產化的核電廠是秦山一期（PWR，31萬瓩），1970年2月8日開始設計作業（稱為728計畫）。該核電廠的整體設計為上海核工業研究設計院負責，1983年即大致開發完成工學設計，1985年3月20日正式開工。秦山一期為中國自主設計壓水式反應器及泵等重要組件，其他部分機器由外國輸入，國產化所占的金額比率約70%。該機組是中國第一部反應器，於1991年12月15日開始供電。

秦山一期採用的30萬瓩PWR，稱為CNP300，經改良後亦輸出至巴基斯坦。1996年6月，從秦山一期獲得的經驗，參考大亞灣自法國輸入的核電廠（PWR、100萬瓩級2個機組），進行秦山二期1、2號機（PWR）建設。部分機件由國外輸入，其他均為中國自主設計、管理、營運的第一座大型商用核電廠。該核電廠的主投資者為中國核工業集團公司，國產化所占的金額達55%。秦山二期採用的反應器為CNP600，除了建設秦山二期3、4號機以外，海南省計畫中的昌江核電廠（4個機組）也將採用。

中國第一座的100萬瓩級核電廠是大亞灣核電廠（1987年開工），10年後嶺澳核電廠亦開工，均由法國輸入。1996年國家計畫委員會主辦「核能發電國產化、技術政策」研討會，決定以中國為中心、外國協助，引進技術推動國產化的核電廠為基本方針。又技術路線分為二個階段實施，首先由外國協助引進技術，然後自行設計100萬瓩PWR，達到自主製造及營運的國產化目標。

依照這個方針，中國廣東核電集團公司與中國核工業集團公司，分別著手開發CPR1000，該公司並且決定將在計畫及興建中的核電廠採用。另一方面，中國核工業集團的CNP1000暫時中斷開發。

以上二種反應器為第二代改良型。接著是第三代反應器。中國選定AP1000與EPR， 由於AP1000優點多而取得優勢。2009年11月為止，AP1000已有超過60個機組的興建計畫。前述提及，內陸地區當時建設核電廠採用的反應器決定用AP1000。國家能源局孫勤副局長指出，今後沿海地區新建設的核電廠亦將採用AP1000為主流。

中國以AP1000為基礎進行開發的中國版AP型反應器CAP1400（140萬瓩），國家核電技術公司王炳華董事長指出，2009年3月有關概念設計已獲得專家群審查合格，2017年預定第一座機組將可以開始運轉。CAP1400將來以能輸出國外為目標，同時將進行功率提昇為170萬瓩的CAP1700研究。

## 高溫氣冷反應器及快滋生反應器開發的重點

中國亦積極的進行輕水反應器以外的反應器開發，關於HTGR:（High-Temperature Gas-Cooled Reactor，高溫氣冷反應器），中國政府在「核能發電中長期發展計畫」中，明確說明了自主、開發以及技術研究的進展狀況，試驗或實證規劃的建設，適當時程及基本方針的擬定。國務院2006年2月公布的「國家中長期科學技術發展計畫綱要」，指定核電廠利用HTGR是16項重大計畫之一。

2006年8月公布的「核能產業『第11次五年』發展計畫」內強調「已經建設的1萬瓩實驗反應器為基礎，更加努力自主研究開發建設20萬瓩的HTGR的實用反應器，以中國獨自擁有的智慧財產權研發、實現HTGR技術產業化，使HTGR技術水準在世界維持第一」。以HTGR製造氫的技術及程序亦進行研究、建設試驗裝置所遭遇到的問題已有初步的瞭解。

HTGR的實證反應器位於華能山東石島灣一期核電廠（20萬瓩）。預定近期開工，2013年開始輸出電力，其國產率將可達70%。同地點HTGR的最大裝置容量將擴大至400萬瓩的計畫亦逐漸成形。

輕水反應器之後重要的反應器，中國政府將重點放在快滋生反應器（Fast Breeder Reactor），目前其快滋生實驗反應器CEFR（熱出力6.5萬瓩，發電量2萬瓩）已接近初臨界試驗階段，2009年9月22日，中國原子能科學研究院已發給裝填燃料的許可證。CEFR除了反應器本體構造外，燃料操作系統、熱傳導系統、補助系統、主要設備以及反應器廠房構造，亦與俄羅斯的快滋生反應器原型反應器BN-600（60萬瓩）相近，即有BN-600縮小版的特性。

實驗反應器之後的步驟是建設原型反應器或實證反應器，2005年9月當時的「國防科學技術工業委員會」，快滋生反應器的開發依次為「實驗反應器－原型反應器－商業用反應器」三個階段的研究發展。原型反應器的發電量以60萬瓩為主，建設時期為2020年。

中國總理溫家寶與俄羅斯首相普丁於2009年10月13日，在北京召開第10屆中俄總理定期會議，雙方同意協助強化能源、太空、航空、科學技術等擴大互助範圍。會議後，有關協助中國實證滋生反應器的建設。事前設計的研究合約相關機構之間已有接觸。

## 核燃料再循環

中國在核能開發初期看準將來核能發電必然擴大，用過核燃料的再處理、鈽的回收及再利用是基本方針，目前此項方針並無變化。「核能發電中長期發展計畫」亦確定堅持再循環的路線。

以核燃料再循環各環節來說，關於鈾資源有以下進行方向：1. 擴大國內生產，2. 積極接洽開發國外礦山，3. 促進國際貿易獲得鈾。

今後天然鈾的需求量，2020年核能發電裝置容量以4,000萬瓩計，則每年需要1萬噸鈾，若以7,500萬瓩的裝置容量核算，預計需要18,750噸的鈾。

中國自1990年開始，鈾濃縮使用離心分離技術法來取代原有的氣體擴散法，1992年當時與俄羅斯核能部之間已有新協議，在甘肅省及陝西省漢中地區建設離心分離濃縮工廠。現在兩個地方的濃縮工廠設備容量達到1,000噸SWU（Separative Work Unit, 分離功單位）。另外，經由俄羅斯協助，500噸SWU規模的濃縮工廠也計畫興建。「核能發電中長期發展計畫」，中國濃縮鈾的需求2010年為2,500噸SWU，2020年為7,000噸SWU。

核燃料的成型加工，在「核能產業『第11次5年』發展計畫」，改造及新設於西南部（四川省宜賓）及北部（內蒙古包頭）為輕水反應器燃料元件的製造及設備基地，同時研究高性能的燃料集合場及關鍵護

套材料、構造材料等等。關於混合氧化物（MOX）燃料集合體的設計、製造以及主要設備的研究亦進行中，實現鈾及鈽的再循環的基礎技術是其基本方針。目前除了PWR用的400噸鈾在宜賓工廠製造之外，俄羅斯製的PWR（VVER）以及AP1000需要的840噸鈾在數年內亦將開工製造。在包頭，重水反應器（秦山三期核電廠）所用的燃料製造廠（年產200噸鈾）已在作業，對HTGR實證用的球狀燃料生產線亦在建造，預定在2010年完成。

再循環的燃料與再處理廠，已在甘肅省蘭州的實驗工廠（日處理量400公斤）進行熱試驗。實驗工廠之後，甘肅省已決定興建商業用再處理工廠（年處理能力800噸），整個先期可行性調查及建議書已經完成。

2003年中國發布《放射性污染防治法》，其中規定「低放射性廢棄物實行淺層地層處置」，「高放射性固體廢棄物實行集中的深層地質處置」。2006年國家原子能機構、科技部和國家環保部聯合發布《高放射性廢棄物地質處置研究開發規劃指南》，明確指出深層地質處置開發的主要技術路線和開發的總體構想。2007年，國務院批准《核電中長期發展規劃（2005-2020年）》，提出2020年建成大陸高放射性廢棄物地質處置地下試驗室的目標，從而使高放射性廢棄物地質處置研究進入了新的階段。大陸高放射性廢棄物深層地質處置規劃分為3個階段，即1.實驗室研究開發和處置庫選址階段（2009－2020），其目標是，完成各學科領域實驗室研究開發任務，初步選出處置庫場址並完成初步場址評估，確定地下實驗室場址，完成地下實驗室的可行性研究，並建成地下實驗室；2. 地下現場試驗階段（2021－2040），其目標是完成地下實驗室現場試驗，完成場址詳細評估，最終確認處置庫場址，掌握處置庫建造技術，完成處置庫設計和可行性研究；3. 處置庫建設階段（2041－本世紀中葉），其目標是2050年前後建成處置庫，開展示範處置，並開始接受高放射性廢棄物。

## 結語

中國領導人傾全力投注於能源政策，其政府最近宣布設立由多名內閣部長組成的國家能源委員會，是總理溫家寶親自領軍的「超級部會」。中國的發電總量預估將在2012年超越美國，增加的發電量仍多半來自燃煤發電。中國希望到2020年，能有8%發電容量來自風力、太陽能和生質能源。到2020年，燃煤發電仍將占中國發電量2/3，其餘部分以核能發電和水力為主。

由於能源的需求，中國核能發電的開發正快速進行，同時也衍生了一些問題：核反應器型式及國產化之間的關連性、中國核電技術的開發、核電的規格及維修技術等等。備受關切的是，專業人才的大量培育以及未臻成熟技術的研究發展，設備製造技術能力、核能安全監督、管制體制的建立，是中國加速推動核能發電時，勢必會面臨的重要課題。

參考資料：

1. Energy Review, vol. 2, 2010
2. 中國核能行業協會, www.china-nea.cn
3. 聯合報，3月2日, United Daily News. 9



# 南韓雄心壯志瞄準全球4,000億美金核電廠市場

文 · 編輯室

南韓自2009年底拿下第一筆來自阿拉伯聯合大公國的核電廠訂單後，核工業信心大增。由於反應器市場日漸擴大，南韓目標設定在2030年前吃下全球4,000億美金的反應器市場。南韓知識經濟部表示，該國打算在2030年前，在全球興建80部核電廠，達到市場占有率2成。南韓將因此成為世界第3大反應器出口國。

世界核能協會策略與研究主任史帝夫其德表示，南韓的大好商機來自新核電國家，例如印度、越南、馬來西亞、泰國和中東各國。尤其南韓本身反應器價格極具競爭力且有在國內建造的經驗，將會使產品更能站穩全球市場。南韓政府評估，南韓電力公司的APR1400型反應器，每度興建成本為2,300元美金；亞瑞華公司的歐洲壓水式反應器為2,900元美金，日本進步型沸水反應器成本亦同。

## 全球市場 大餅誘人

南韓知識經濟部指出，核能相關工業將繼汽車業、半導體業和造船業後，成為獲利最高的工業。南韓政府將推廣核工業為出口主力。核能市場的強勁需求，來自全球有15%的電力是由核能提供。而由於各國試圖減少對化石燃料的依賴，需求有回升的趨勢。

根據世界核能協會的分析，印度及中國電力需求暢旺，使得全球反應器數量將在2030年成長一倍。在2009年12月間，有53座電廠在興建中；2030年前，全球將有435部反應器在計畫或考慮興建中。

南韓知識經濟部在聲明中表示，南韓考慮跟上世界核能龍頭的腳步，進入包括美國與中國的市場。南韓電力集團於2009年12月27日聲明，土耳其、約旦和中國，是他們優先考慮的名單。

## 南韓科技

雖然南韓政府有能力在2012年前生產包括反應器冷卻泵浦等核心零組件，但還是必須依賴其他國外廠商，如日本東芝，協助取得某些關鍵組件。

南韓將在2017年前投注3.6億美金的資金，更新APR1400型反應器設計。該國希望能夠將使用年限從60年延長到80年，同時間也將工期從4年多縮短為3年。不過南韓野心不只如此，該國還著眼於全球785億美金的反應器營運和維護的市場大餅。南韓政府表示，未來計畫買入鈾礦公司股權以穩定燃料供應來源。

來源：

2010/01/13 Bloomberg.com
http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=20601072&sid=aJWXIThra154

# 瑞典政府動起來 準備蓋新核電廠

文・編輯室



瑞典政府為了新核電廠申請案動作頻頻，著手修改法令、增加管制機關支援。瑞典近來的大動作事出有因。2009年，瑞典政府以氣候變遷的名義，進行核能政策大轉彎。聯合政府於2009年2月公開聲明，「氣候議題是現在的焦點，因此核電在瑞典可見的未來中，仍然會扮演相當重要的角色。」此份聲明等於為廢核歷史劃下句點。

禁建新核電廠的舊法令，法源來自1980年的廢核公投。未來瑞典將研擬禁核條文的新詮釋，以容許興建新反應器。預計瑞典政府可於3月22日提出修正法令，目標在7月1日前生效。

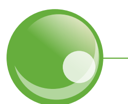
同時間，瑞典輻射安全機關也加緊腳步進行相關作業，於2010年初開始擬訂新反應器發照草案。該機關主任表示，他們最快可在2013年春季前審查執照申請案。不過他強調，政府需給予該機關更多預算和約60名的新人力。

前國際原子能總署署長、瑞典籍的布理克斯日前在公開場合發表演講表示，「我們瑞典的確需要新反應器，我堅信這一點。」布理克斯特別舉例：法國因為出口大量電力到反核鄰國－比利時、德國、義大利和西班牙而荷包滿滿。他指出，瑞典有機會成為區域性的電力出口國。出口電力除了帶來財源之外，也可以幫助德國和丹麥減少碳排放。

瑞典全國有10部反應器、提供國內4成電力；水力發電比例更大，化石燃料僅占一小部分。瑞典由於以前禁建新反應器，反應器廠商轉向改善和延長既有反應器壽命，因此興建新反應器可能會導致電力過剩。目前較可行的新建核電廠計畫，是在歐斯卡香核電廠增建1部機組，電廠所在地地方政府也表樂觀其成。

然而，歐斯卡香核電廠營運公司－EOn集團對增建計畫則語帶保留。EOn集團表示，新機組可能會是替代1號機的選項之一，歐斯卡香1號機自1972年開始營運，是目前瑞典最舊的機組。然而瑞典政府對於反應器的營運年限並無嚴格規定。只要符合安全基準，便可以繼續營運，除此之外，EOn公司的政策，是會將反應器不斷更新，到再也不符合經濟效益的程度為止。EOn集團在北歐國家內，僅在芬蘭有新核電廠計畫，目前正在等待政府的原則性核可。

來源：WNN News 2010/01/25



# 西班牙小鎮自願設置放廢設施 但地方政府不買帳

文・編輯室



西班牙政府徵求地方自願設置高放廢及用過核燃料設施。設施營運之後，政府每年會發給設址地方高額的回饋金。在1月30日的申請截止日前，中央政府收到了十多個人口少於500人小鎮的申請案。然而多數地方政府卻表示，他們將反對到底。不過，北方的卡斯提雅萊昂區長說，除非中央政府改變在2013年關閉佳若納核電廠的決策，他才會同意該區3個設址案其中的一個。

西班牙自1983年起，用過核燃料政策就是採開放式核循環，也就是說不進行再處理，用過核燃料的計畫是初期在廠內暫存10年。崔洛核電廠也進行了部分最長到2010年的乾式貯存，並且從中建造較長期的中央管理設施。同時間，西班牙政府也會進行深地層處置，然後在2010年後做出處置決策。花崗岩、黏土層和鹽岩地層都是考慮可處置的地層。

在2006年中，西班牙議會通過放射性廢棄物管理局在2010年前建造中央核廢貯存設施的計畫。2009年12月，西班牙政府徵求地方自願設置成本達9.75億美金的高放廢及用過核燃料設施。設施營運之後，政府每年會給設址當地最多1,080萬美金的回饋金。設施壽命設計為百年，將容納6,700噸用過核燃料、2,600立方公尺的中度放廢和12立方公尺再處理後燃料的高放廢。設施工期分為3階段，每階段5年。

雖然西班牙政府收到不少地方的自願設址申請書，但地方政府仍保有相當大的自主權。許多地方政府表示，他們將阻撓地方上或鄰近地區的自願設址計畫。賽歌維亞市長日前要求中央，將地方申請設址案退回。她表示，雖然當地在1月29日投票通過同意設址，但並沒有諮詢鄰近地區和居民的意見。她進一步指出，由於申請案公開後，當地即面臨強力的反對壓力，該鎮目前已想撤回申請案。

西班牙中南部的拉曼查區長指出，他已經請法務小組研究，在該區兩鎮設址的合法性。他對路透社表示，不論付出多少代價，他將採取各種可行的政治、社會和法律途徑對抗到底。同時間，東北方加泰隆尼亞區長也表示，他反對艾思科鎮設置處置場。

來源：WNN News 2010/02/01




# 後雅卡山時代來臨 美國新核廢顧問團應運而生

文．編輯室

美國進行多年的雅卡山高放射性廢棄物處置場計畫，紛紛擾擾至今仍未能平息。計畫期間面臨內華達州強烈的反對聲浪，讓歐巴馬總統於競選期間，主打雅卡山計畫「不是選項」的政見。他於上任後，在2009年初大筆一揮砍掉計畫預算，處置場計畫宣告終結。但是高放射性廢棄物仍需要長期處理策略，因此歐巴馬成立新「藍帶委員會」，決定未來策略方向。用過核燃料再處理，將成為委員會討論的選項之一。

歐巴馬總統於1月底發表的備忘錄中確認，未來將會評估包括可將回收能源、資源利用和原料做最佳利用的先進燃料循環科技。換句話說，歐巴馬指的就是再處理和再循環。法國和英國已經利用此種技術賺進大把鈔票，客戶遍及歐洲及日本。日本同時間也正在啟用國內的再處理工廠；中國大陸則計畫引進法國技術興建再處理廠。美國今日用過核燃料政策的轉變，等於自1970年代卡特總統的再處理禁令宣告解除。

美國核工業界瞭解到，要在國內興建可容納7萬噸的大型用過核燃料貯存場的成本相當高。因此從廢棄物減量著手，可以省下大筆成本。再處理可以減少用過核燃料六成的體積，回收後取得的鈾和鈽可以重獲新生，用在新鮮燃料中。所以核工業界近年來對於用過核燃料再處理和再循環支持度日漸上升。

雖然多年前卡特總統下達禁令，但美國在先進燃料循環倡議（Advanced Fuel Cycle Initiative，AFCI）架構下，對核燃料循環存有一線希望。不過先進燃料循環倡議研究結論指出，建置大型處置場在美國仍行不通。

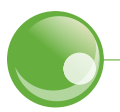
先進燃料循環倡議的研究，將布希總統2005年提出的全球核能夥伴計畫（Global Nuclear Energy Partnership，GNEP）進一步發揚光大。此計畫的概念是燃料租賃、再處理、再循環，以及研發能夠在破壞某些廢棄物的同時，獲得更多能源的先進反應器。但歐巴馬的新委員會，對於此計畫的態度尚不明朗。

新藍帶委員會其中不處理的議題之一，是最終廢棄物設施的確切地點。委員會僅研擬策略，而不參與執行面。策略的其中一項要素，可能會建議在找到永久處置設施之前，先成立一到多個用過核燃料的中期貯存庫。

## 重回基調

美國政府現在採取的廢棄物管理作法，跟英國有某種程度上的類似。英國在前朝政府阻撓地質處置計畫之後，成立了放射性廢棄物管理委員會，希望為廢棄物處置找到新方向。

英國放射性廢棄物委員會在考慮過包括冰層處置、將廢棄物投至太陽等種種方法後，結論回歸到原點－地層處置會是高放射性廢棄物最佳的去處。重回基調的建





議，提供了英國政府目前進行中的自願處置場址流程法源依據。

美國雅卡山計畫招致的主要批評，來自於選址過程不是由當地民眾和專業人士，而是政治力操控。原本計畫初期，是預計在美國東部和西部各設一個處置場。一開始美國政府曾在數個場址進行初步評估，然而國會卻主導能源部，將焦點鎖定在唯一的場址－內華達州的雅卡山。內華達州反對勢力因此蜂起，阻止聯邦政府設址。

歐巴馬總統和能源部長朱棣文表示，會重新思考處置場計畫，是因為科學家和工程師自從雅卡山計畫開始之後，已經學到很多有效管理核燃料的策略。在藍帶委員會的架構下，美國將研擬出新的放射性廢棄物長期管理策略。

譯註：美國政府於3月3日撤銷雅卡山興建及營運執照申請，正式為處置場計畫劃下句點。

來源：WNN News 2010/02/01

# 烏克蘭選戰主打核能

文・編輯室

隨著烏克蘭總統大選日漸逼近，各界看好的候選人現任女總理季莫申科，採取擁核大選策略。新建核電廠和鞏固燃料供應網是烏克蘭多年來的政策。烏克蘭政治人物在爭取選票時，基本上對核能都抱以相當正面的態度，比較值得一提的是，烏克蘭是少數可以用擁核話題來爭取選票的國家之一。

季莫申科先前參訪烏克蘭一處有6部機組的核電廠和用過核燃料倉庫的核能園區。在對地方民眾演講時，季莫申科承諾替電廠人員加薪3成，有特殊技術的高科技工作者，還會加發獎金。

深怕加薪還不夠拉攏核電廠員工，季莫申科另外還針對電廠工程部分開了支票－比預定的時程還要提早一兩年，趕在2015年前完成赫梅利尼茨基 3、4號反應器。除此之外，季莫申科還表示要興建國內核燃料製造園區，預計在2012年前完工，耗資2億美金。烏克蘭早已未雨綢繆打造核能燃料庫，足以供應國內反應器一年所需。

核能相當受烏克蘭民眾支持。核電提供全國近半電力，全國4個廠址有15部機組營運，車諾比爾則有3部關閉的機組。 雖然烏克蘭曾發生車諾比爾事件，但後來該國仍尋求藉由完成赫梅利尼茨基和羅夫諾的反應器，替代事故損失的電力。目前烏克蘭已經有興建6部機組的計畫，預計在2010年前動工。而烏克蘭長期的計畫則是寄望到2030年代，每隔一兩年會有新機組上線。

譯註：烏克蘭第二輪總統大選結果於1月25日出爐，由前總理亞努科維奇當選。

來源：WNN News 2010/02/01

# 中小學教師電力建設研習會活力登場

文．編輯室

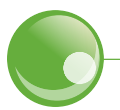



▲ 學員專心上課情形

為使中小學教師瞭解我國及世界各國的電力現況以及未來發展，台電公司分別在1、2月間辦理2梯次的「中小學教師電力建設研習會」，邀請中部地區教師共160人參加。

研習會課程內容包括我國電力建設現況介紹、國內外各種能源發展、電磁場與健康、核能發電與放射性廢棄物管理等主要議題，邀請國內相關領域學者專家授課。為提高參與教師的研習興趣，主辦單位設計許多實驗課程與電力設施的參訪活動，4天3夜的研習內容不僅豐富緊湊，也生動活潑。

第2梯次的班長田志豪老師與副班長詹蕊老師是對夫妻檔，分別任教於南投縣永康國小與桐林國小。他們表示，參加這個研習會非常有意義，可以深入瞭解和電力相關的知識，特別是電磁場與核能發電，這都是平常比較有爭議性的話題。透過授課老師的說明，學員們可以比較深入的瞭解其中奧秘，之後回到學校才能以正確的觀念教育學生。不過詹蕊也坦承，對於核能發電還是停留在國外一些重大核能事故



的印象，心中還是會有一點疑慮，不過，研習之後已經有了更完整的知識。她建議清華大學陳坤焙博士的動畫應該多多在大眾媒體上播放，讓更多民眾觀看之後對核能會有較正確的認知。

霧峰農工的林建郎老師則認為，這次研習會的課程設計得不錯，相當實用，讓學員瞭解電磁波的原理，上完課之後，不會因為無知而抗爭，台電應該多宣導這方面的資訊，反對的聲浪應該會逐漸降低。他建議這類研習活動應該多多舉辦，讓更多老師參加。課程方面可再增加輻射對健康、環保的影響，這是大多數人關心的議題。此外，林老師也提到，希望多聽一些專家學者的看法，可以多角度、多方面瞭解較具爭議性的問題，例如電磁波與核能，可以消弭學員心中「一言堂」的疑慮。

主辦單位台電公司公眾服務處溝通組田毓麟組長表示，中小學教師電力建設研習會已經舉辦10餘年，初期的成效雖然不



▲ 研習會第一梯次開訓學員合照

▲ 研習會第二梯次開訓學員合照





1 2 圖一：台電公眾溝通處蕭金益處長，「電力研習營　網路大點名」的班主任就是蕭處長的化身
圖二：謝奇文老師講解靜電球試驗

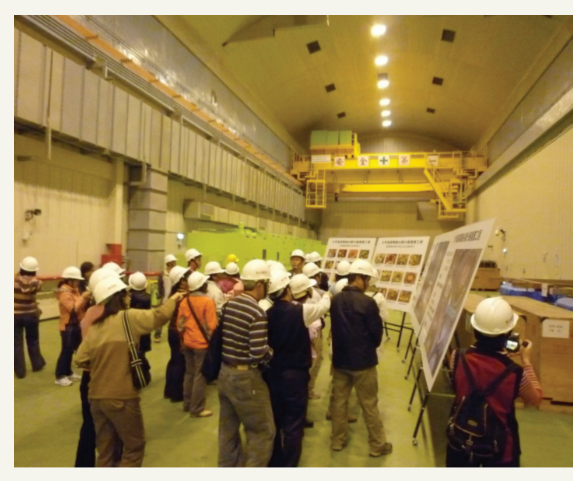
明顯，但是各位學員在課程結束之後，回到學校將所學轉教學生，若有進一步的問題，會再請學者專家一一說明解惑。長期以來，有其一定的影響力，對我國的電力建設工作的推動有相當的助益。

有鑑於中小學教師上網普及，為持續及擴大與教師族群之間的溝通，台電藉由Blog、Facebook、Plurk等網路環境的運用，建置教師電力研習會網路社群「電力研習營 網路大點名」，邀請參加過活動的教師們共同參與。網路社群除了提供教師們聯絡感情、交流心得的平台，也持續提供研習會之後各項與電力有關的資訊，讓教師們在此獲得教學有關的材料。

台電公司公眾服務處蕭金益處長表示，網路社群除了讓大家有互通訊息的平



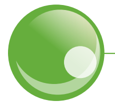






| | |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

圖一：學員於電力實驗課操作尖端放電試驗
圖二：學員參訪大甲溪發電廠天輪分廠開關場
圖三：學員參訪大甲溪發電廠谷關分廠地下廠房
圖四：學員參訪大甲溪發電廠馬鞍壩及魚道





▲ 谷關訓練所園區內多種生態植物

▲ 谷關訓練所孫傳傑主任

台，進一步將借助老師的教學經驗，以網路共筆方式，建構適合各學齡程度的電力資訊教材。為了鼓勵大家參與這個活動，將不定期舉辦各式活動，並備有精美禮品，非常歡迎歷年參與過電力研習會的教師們回娘家。

研習會活動Plurk網站：http://www.plurk.com.tw/teacher_tpc、Facebook粉絲團網頁：http://www.facebook.com/tpc.teacher、研習會活動Blog：http://teachertpc.pixnet.net/blog。

這次的研習會是在風光如畫的谷關訓練所舉行，這個時節的谷關，已經是緋寒櫻處處盛開，一片粉紅霧色、春暖怡人。訓練所主任孫傳傑表示，谷關訓練所占地18公頃，除了會議場地、訓練硬體設施之外，園區內規劃有20餘處主題賞景區，景致優美怡人。最難能可貴的是，谷關訓練所曾獲得勞委會職訓局的「績優企業職業訓練機構」銅質獎。有相當多單位慕美景前來租借場地，辦理各種訓練課程。

▼「電力研習營 網路大點名」 Facebook 粉絲團的首頁




在谷關訓練所上課，除了園區內多種生態植栽，還有外圍的古棧道、參山文化館、古靈寺、八仙山、千年五葉松等，可以滿足學員知性休憩的需求。而整個大谷關地區的百年溫泉歷史、泰雅族的原住民風情等，又是一個值得用心探索的文化寶庫。來此不僅充實專業學養技能，還可放鬆身心，與大自然一同深呼吸，相信會是令人難忘的學習之旅。

# 核能新聞

文．編輯室

## 國 外 新 聞

### 永別！美國雅卡山處置場計畫

美國政府於3月3日撤銷雅卡山興建及營運執照申請，正式為處置場計畫劃下句點。多年來美國為了實施1982核子廢棄物法，所做的一切努力和高達100億美金的花費，僅換來歐巴馬總統一句「不是選項」而付諸東流。

雅卡山計畫走入死胡同早有跡可尋，約1年前，歐巴馬總統就砍光能源部的雅卡山處置場作業預算。 然而能源部官員表示，「歐巴馬總統全力承諾，會確保國家有盡到核廢棄物長期貯存的義務。」歐巴馬政府先鋪好的路，是在2月成立「美國核能未來藍絲帶委員會」，目標在評估核燃料循環和包括再處理的處置選項，但不涉及選址。藍絲帶委員會從3月底開始運作到2012年。

美國用過核燃料和其他軍事高放射性廢棄物，目前暫存在全國數十個安全的場址，未來政府有可能會推薦幾個長期處置設施。最有可能的是，未來藉由全國各地方自願參與選址，催生出新的選址流程而另擇永久地質處置場。

來源：WNN News 2010/03/04

### 芬蘭民眾對核電日趨友善

TNS民調公司針對1,000名芬蘭民眾做出的最新調查顯示，48%的芬蘭民眾對於核電有正面看法，僅17%持負面觀感。此次正反雙方的人數差距，是相關民調28年進行以來最大的。在女性受訪者間，33%持正面、23%持負面看法。而在綠黨支持者中，相對於5年前57%的民眾持負面看法，現在下降到37%；正面則有21%。民調並發現，最支持核能的年齡區塊，落在15-24歲間，占30%。而對核能抱最少負面看法的民眾，也落在相同年齡區塊間，占受訪民眾10%。

來源：WNN Overview 2010/02/18

### 美國猶他州計畫新低放廢場址

猶他州西達山環保公司向主管機關推銷新廢棄物處置場址。新設施的成立，有助於減緩美國低放廢處置場短缺的窘況。該公司計畫在猶他州杜勒郡設址，替代同在該州的克理夫處置場。克理夫處置場處理美國絕大多數核電廠的放射性廢棄物，每年處置量大概有7.6萬立方公尺。

杜勒計畫主持人裘德表示，藉由訂定廢棄物單位價格，新處置場可以幫猶他州帶來更多財源。猶他州學校等機關將獲得幾百萬美金的基金。除此之外，該州每年還可坐領1,400萬美金的稅收，處置場當地杜勒郡則可拿到

900萬美金。

美國目前低放廢棄物分布在各個設施內，導致管理分散。由能源解決方案公司管轄、位在南卡羅萊納州邦威爾的廢棄物設施，僅收受該州、紐澤西州和康乃迪克州內的廢棄物；另一座位在華盛頓州富國市、由美國生態公司營運的廢棄物廠，則收取來自西北部和洛磯山的廢棄物。而今年稍晚將在德州開始營運的設施，則是由廢棄物控制專家公司負責，收受從德州、佛蒙特州和其他聯邦政府計畫的廢棄物。

目前僅有克理夫處置場收受美國各地的廢棄物，但杜勒處置場計畫將接棒，繼續進行其任務。

來源：WNN News 2010/02/10

## 澳洲缺乏核能 「近乎悖德」

前澳洲參謀總長彼得寇斯古日前公開呼籲澳洲擁抱核能。曾獲澳洲年度風雲人物榮譽的彼得寇斯古，在與企業的早餐會談中提及，澳洲出口鈾到科技較不發達的國家，讓他們使用核能，自己卻拒絕蓋核電廠，「近乎悖德」。「我們（澳洲）給你我們不要的東西，這點讓人很難理解。」澳洲人報引述寇斯古這番談話。「我們是個富庶且科技進步，地質上相當穩定的國家，所以我們當然可以安全興建並且營運核電廠。」

寇斯古提到澳洲政客漫無章法的氣候變遷政策，他建議政府應該要賦予國家氣候變遷委員會獨立、有法源依據的權力，強力主導並持續改變政策。他進一步表示，「如果沒有氣候暖化的問題，我們可以燒煤炭燒到永遠，也不用考慮政策大轉向核能。但如果我們繼續大量燃燒煤炭，那麼我們似乎就要好好正視氣候變遷的問題了。」

來源：WNN News 2010/02/04

## 印度新反應器啟動

印度拉賈斯坦核電廠6號機日前啟動。在2009年11月啟動、先跑一步的的5號機，現已經開始發電。這兩部22萬瓩機組為印度本土設計，由於進口燃料短缺，完工時程比原訂落後1年半。

來源：WNN Overview 2010/01/29

## 俄羅斯新機組啟動

俄羅斯羅司朵夫核電廠2號機啟動，預計在5月連結電網，10月商轉。反應器為俄式壓水式反應器VVER-1000型，也就是俄羅斯國內主流的反應器及出口機型。該廠目前還計畫增建2部機組，但大多數及最新的增建計畫，是採用更大型的機組VVER-1200型。

來源：WNN Overview 2010/01/29

## 核能復甦　東芝、南韓電力公司獲益最多

野村國際公司分析指出，隨著亞洲帶領全球核能復興，南韓電力公司和日本東芝公司工程部門，將會成為獲益最大的公司之一。報告指出，全球目前計畫中6成2的核電廠都會在

亞洲興建，地區電力設備商和電廠興建公司也因此受惠最深。

各國政府為了解決哥本哈根會議協商的氣候暖化問題，把鼓勵使用非化石燃料當成對策之一，因此全球目前計畫/興建中的核能容量達到2億瓩。野村公司報告指出，「全球核能復興由亞洲領軍。氣候變遷將焦點轉向核能，作為低碳能源的解決方案。」這股核能復興的風潮由中國扮演領頭羊。中國核能發電容量為860萬瓩，在2020年前，可能會提昇到7,000萬瓩。中國大陸最大的電力設備製造商－上海電氣集團、東方電氣集團和包括華能國際電力公司等的電力公司，都會是中國大陸核電廠興建風潮下的獲益者。

野村報告表示，前不久才帶領企業群，拿下阿拉伯聯合大公國的200億美金合約的南韓電力公司表示，已做好可以加強出口電廠營運服務的準備。而東芝公司中期的獲利成長，則來自日本及海外新反應器、舊電廠的抗震強化工事和維修。

來源：Bloomberg.com 2010/01/26

## 南韓獲邀訓練埃及核能工程師

南韓國際合作署表示，埃及政府日前請求南韓協助訓練埃及核能工程師，訓練工作可能會在一年內啟動。南韓國際合作署指出，從2010年開始，他們將邀請埃及核能工程師前來南韓，參加為期3-5年的訓練課程。南韓國際合作署自1992年起，與國際原子能總署合作的核能訓練課程，已經訓練超過400名來自包括越南、印尼和奈及利亞的發展中國家工程師。

南韓在最近成功贏得4台阿拉伯聯合大公國反應器訂單後，出口反應器信心大增。該國知識經濟部表示，南韓目標在2030年前出口80部反應器，吃下全球市場2成、約4,000億美金的大餅。該國並將火力集中在中東和發展中國家市場。

來源：WNN News 2010/01/21

## 斯洛維尼亞選定永久處置場場址

斯洛維尼亞政府公告，中低放射性廢棄物場將落腳在核電廠附近的維賓納，等於正式宣告從2004年開始的選址流程結束。斯洛維尼亞政府曾經考慮過數個地方自願的場址。在2008年，範圍縮小到2地－維賓納和貝濟斯。

這兩個潛在場址相距1.5公里，位置均相當接近該國唯一的核電廠奎司克。然而先前水資源部的評估報告排除掉貝濟斯，而當地方政府於2009年7月同意設址計畫時，也隨之敲定維賓納成為處置場址。維賓納地方上每年可獲得730萬美金的回饋金。

處置場配有兩個混凝土貯存倉，會在2012年中動工、2013年完工。處置場可容納9,400 立方公尺的中低放射性廢棄物，足以處置奎司克核電廠營運和除役期間近半的廢棄物量。

若與鄰國克羅埃西亞政府達成協議後，處置場空間仍可加大，但維賓納處置場僅會負責處置斯洛維尼亞國內的廢棄物。除此之外，處置場還可以處理斯國所有工業、醫療、研究用反應器的放射性廢棄物。

奎司克核電廠由斯洛維尼亞與克羅埃西

亞兩國共同擁有，每年可提供兩國各29億度，斯國40%、克國15%的電力。斯洛維尼亞相當支持核電廠，國內長期以來一直有增建反應器的聲音。斯國民意對核能也頗為支持，很大部分的原因是來自於核電廠宣導工作成效良好。

來源：WNN News 2010/01/15

## 中國大陸又一反應器動工

中國大陸福建省寧德核電廠3號機首度灌漿，核電廠一期工程計畫興建4部CPR-1000型反應器，耗資72億美金。中國國內生產設備的比例為1、2號機75%、3、4號機85%。預計廠內第1部機組，將在2012年底上線。

來源：WNN Overview 2010/01/15

## 蘇格蘭政府積極面對 將採近地表處置放射性廢棄物

蘇格蘭放射性廢棄物政策逐漸成形，目前政府正研擬將放射性廢棄物貯存在現有的核設施附近，分布在全國4個場址。蘇格蘭政府環境部長理察洛可德表示，蘇格蘭需要負責任的放射性廢棄物管理政策。與英國政府偏愛的地下處置場不同，蘇格蘭會採用近地表、近核設施的設計。採取這種作法，可以讓廢棄物更容易監控，若有需要長途運送，也容易取回。環境部長表示，「採取眼不見為淨的（放射性廢棄物）策略，越來越不受支持」。

蘇格蘭政府帶頭示範，用最新的思維和國際作法來管理廢棄物。環境部長進一步指出，蘇格蘭政府勇於任事，保護環境也保護民眾。埋怨前朝政府作為，對解決問題一點用處也沒有。雖然做出決定相當困難，但刻不容緩。

來源：BBC News 2010/01/15

## 高放射性廢棄物無處去 美國聯邦政府再賠電力公司

美國延宕多年的高放射性廢棄物處置計畫始終未定案，使得聯邦政府面臨一連串民間電力公司的求償官司。日前聯邦政府面臨數十億美金的求償官司抗告指出，遲延收集國內核電廠的用過核燃料，為不可抗力的因素。但美國上訴法院裁定，抗辯失敗。這是繼先前美國最大核電廠營運公司－艾塞隆電力公司與美國聯邦政府達成3億美金和解後，電力公司的另一樁勝利。這些電力公司，數十年來在等待聯邦政府興建永久處置場時，所花費的用過核燃料和高放射性廢棄物貯存費用，高達數十億美金，現在總算有機會可以拿回來。

美國國會於1982年通過法案，規定在政府興建雅卡山處置場的期間，核電廠需將用過核燃料貯存在廠內，並且依法上繳處置場基金。多年來，電力公司貢獻的處置場基金已經達到270億美金，但處置場到現在卻連個影子也沒。紛擾多年的雅卡山處置場計畫，在新政府歐巴馬總統上任之後遭受重擊。歐巴馬宣布雅卡山不可處置核廢棄物，將進行20多年、預算高達580億美金的雅卡山處置場劃下句點。而現今全美用過核子燃料達5萬噸，仍暫存在各核電廠內。

來源：Bloomberg 2010/01/12

## 印度新反應器營運中

印度最新建造的3部新機組之一，拉賈斯坦5號機，在2009年12月22日與電網連結。其餘2部機組進度離計畫運轉時間仍相當遙遠，主因來自於核燃料缺乏，但目前看來可能將在2、3月間上線。印度另外一台由俄羅斯設計的庫丹庫蘭百萬瓩反應器，預計在9月上線。

來源：WNN Overview 2010/01/08

## 美國反應器功率提昇 潛在市場大

依據紹爾集團評估指出，美國越來越多電力公司選擇將反應器做發電功率提昇，潛在市場估計有250億美金。目前為止，紹爾集團吃下了近半功率提昇市場，協助美國增加300萬瓩的容量。該公司表示，很多電力公司還計畫做更多功率提昇，幅度比以前更大。目前可見的功率提昇計畫有67部機組，每件價值約2.5億到5億美金之間。艾塞隆電力公司日前公告，將在2017年前替旗下反應器做總量150萬瓩的功率提昇，整體資金需要約35億美金。紹爾集團聞此已經摩拳擦掌準備投標。

來源：WNN Overview 2010/01/08

# 國 內 新 聞

## 核電廠績效優異　穩定進步

國內運轉中各核能機組，去（98）年締造多項佳績，核一、二、三廠6部機組的供電量為399.8億度，較97年成長7.2億度。還包括下列傲人的成績：

❶ 監控電廠各項安全系統的表現「核安管制紅綠燈」312個燈號（參照美國核能管制委員會的作法建構）都是無安全顧慮的綠燈。

❷ 核一、二、三廠6部機組的總跳機數1次，較97年減少一半。

❸ 核三廠2號機、1號機與核一廠2號機分別連續運轉天數542、512、467天，尤其是核三廠2號機除連續運轉天數締造新紀錄外，其大修工期縮短為28.48天，是歷年來最佳表現。顯現核能發電在台灣，已有充分的經驗累積，並促使營運績效一再突破精進。

❹ 98年7月7日核三廠1號機小幅度功率提昇案等經原能會審查同意後，台電公司順利完成核一、二、三廠6部機組小幅度功率提昇計畫，每年可增加發電量4.4億度，約減少30萬噸的二氧化碳排放。

❺ 低放射性廢棄物總桶數自97年的828桶再降為780桶。

依據美國核能協會（NEI）2009年4月期刊報導，2008年我國核能發電績效容量因數89.0%，排名全世界第6，其中核二廠1號機是全球運轉中436部機組的第8名，核三廠1號機是第19名。2009年我國容量因數是92.2%，排名可望再進步。

此外，原能會於98年7月受理核一廠兩部機組的運轉期間由40年延長為60年的執照換發申請，並進行審查，預計2年內完成，這是我國核能史上重要的一章。（2010.02.11.本刊訊）

## 龍門核能電廠工程進度報導

龍門核能電廠（核四廠）工程總進度至99年2月底為91.69%（註），較99年1月底(91.56%)進展0.13%，各分項工程進度詳如下表：

工程進度（截至99年2月底止）

| | 總進度 | 設計 | 採購 | 施工 | 試運轉 |
|---|---|---|---|---|---|
| 比例 | 100% | 19% | 15% | 58% | 8% |
| 實際進度 | 91.69% | 98.11% | 99.98% | 94.97% | 37.06% |

註：行政院於98年9月18日以院臺經字第0980057452號函核定本計畫第1、2號機商轉日期調整為100年12月15日、101年12月15日。

資料來源：
http://www.aec.gov.tw/upload/1268718343LM9902.pdf



圖1. 原能會執行龍門電廠施工現場視察作業　圖2. 原能會執行龍門電廠施工現場視察作業